



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 03 224 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 05 K 7/20**  
H 05 K 1/18  
H 01 L 23/32  
H 01 L 23/34

②1 Aktenzeichen: 196 03 224.5  
②2 Anmeldetag: 30. 1. 96  
④3 Offenlegungstag: 31. 7. 97

DE 196 03 224 A 1

⑦1 Anmelder:

Schuster, Wolfgang, Dipl.-Ing., 88410 Bad Wurzach,  
DE

⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

⑤4 Mechanische Anordnung parallelgeschalteter Halbleiterbauelemente

⑤7 Die Erfindung beschreibt eine mechanische Anordnung von parallelgeschalteten Halbleiterbauelementen, wobei diese jeweils in Gruppen auf einer separaten Leiterplatte eingelötet sind und wobei dann mehrere solcher Module mittels durchlaufender Stromschienen parallelgeschaltet sind. Die Stromschienen dienen dabei gleichzeitig zum Stromtransport als auch zum mechanischen Anpressen der Module auf die Kühlkörper.

E 196 03 224 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine mechanische Anordnung der Leistungselektronik zur Bildung von elektronischen Leistungsschaltern oder von Gleichrichterschaltungen der höheren Leistungsklasse. In diesem Fall wird es erforderlich, mehrere einzelne Halbleiterchips parallel zu schalten. Die Halbleiterhersteller bieten dazu sogenannte Module an; das sind Bauteile, in denen bereits mehrere einzelne Chips auf eine gemeinsame isolierte Kühlfläche montiert sind, die auf ihrer Oberseite meist mit Schraubanschlüssen versehen sind. Die Grundplatte eines solchen Moduls wird zur Wärmeabfuhr auf eine Kühlfläche geschraubt. So überzeugend diese technische Lösung zunächst ist, die Probleme liegen darin, daß die Preise der Module weltweit schon seit mehreren Jahren ein mehrfaches dessen betragen, was für mehrere kleinere Einzelbauteile mit zusammen gleicher Stromtragfähigkeit zu bezahlen ist. In angespannter Wettbewerbssituation haben viele Firmen deswegen keine andere Wahl, als ihre Hochstromschaltungen durch die Parallelschaltung vieler einzelner kleiner Halbleiterbauelemente zu realisieren. Eine solche Lösung ist z. B. in der Patentschrift DE 40 05 333 beschrieben. Obwohl sich diese Lösung in der Praxis sehr bewährt hat, so sind doch gravierende Nachteile vorhanden. Zum ersten ist der hohe Montageaufwand zu nennen, denn jedes einzelne Halbleiterbauelement hat seine eigene Schraubbefestigung. Zum zweiten sind die Kühlkörperkosten hoch, denn jedes Gewindeloch verursacht Kosten. Zum dritten sind mit der einzelnen und direkten Schraubbefestigung der Halbleiterbauteile die hohen Isolationsanforderungen für die Luft- und Kriechstrecken nicht den Griff zu bekommen, wenn man auf den Einsatz der sehr teuren und aufwendigen Hilfskühl-schienen verzichten will und die Halbleiterbauelemente direkt auf den Kühlkörper montieren will. Bei einem Einsatz bei 600V Gleichspannung sind z. B. gegen die Kühlfläche 6 mm Kriechstrecke vorzusehen. Dies ist bei den heutigen Halbleitergehäusen mit einer isolierten Schraubbefestigung nur äußerst aufwendig zu realisieren. Die Lösung nach besagtem Patent läßt sich also dafür aus Sicherheitsgründen nicht anwenden, wenn der Kühlkörper auf Massepotential liegen muß und man auf die Hilfskühl-schienen verzichten will. Ein weiterer Nachteil ist der, daß für verschiedene Strombereiche je eine eigene Leiterplatte benötigt wird, welche die jeweils benötigte Anzahl der Halbleiterbauelemente enthält. Damit ergeben sich hohe Lagerkosten, und eine gewisse Unflexibilität, weil man lange vorher wissen muß, wieviel Platinen von jeder Leistungsklasse man bestellen und fertigen muß.

Die Erfindung stellt es sich zur Aufgabe, eine wesentlich flexiblere und einfachere Anordnung zu erstellen, die aus einem Baukasten, bzw. Modulsystem besteht, so daß auch die Lagerhaltungskosten gesenkt werden können. Je nach dem benötigten Strombereich soll in ein Gerät eine kleinere oder größere Anzahl von in sich gleichartigen Modulen eingebaut werden können. Weiterhin sollen im Vergleich zum Stand der Technik die Montagekosten weiter gesenkt werden können. Die Kühlkörper sollen auf Massepotential liegen können und sollen nicht mehr zur Stromleitung und als elektrischer Anschluß eingesetzt werden. Die Halbleiterbauelemente sollen ohne weitere Hilfskühl-schienen direkt auf der Hauptkühlfläche aufliegen können. Dabei müssen die Luft- und Kriechstreckenanforderungen mit den heute am Markt verfügbaren Halbleitergehäusen (z. B.

TO247, TO3P, TO3PL) und den heute erhältlichen Isolierfolien sicher erfüllbar sein. Im Gegensatz zu den käuflichen Modulen der Halbleiterhersteller soll die neue Lösung es erlauben, nicht nur die Halbleiterschalter selber modular zu haben, sondern auch das dazu benötigte Umfeld. Bei einem Halbbrückenmodul einer resonanten Schaltung zum Beispiel sollen also auch die Stützkondensatoren, die Resonanz- bzw. Entlastungskondensatoren, gemeinsame Teile der Basis- oder Gateansteuerung usw. in einem erfindungsgemäßen Modul enthalten sein können.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß eine bestimmte Anzahl solcher Halbleiterbauelemente auf einer je eigenen Leiterplatte aufgebracht sind und so ein Modul bilden und daß mehrere gleichartige dieser Module mittels durchgehender Stromschienen elektrisch miteinander verbunden und parallelgeschaltet sind und daß in einem Modul die Halbleiterbauelemente mit ihrer Kühlungsseite auf einer Kühlfläche aufliegen und mit ihrer entgegengesetzten Gehäusesseite auf der ersten Seite der Leiterplatte eines Moduls und daß die Stromschienen auf der anderen Seite der Leiterplatte aufliegen und mit nötigenfalls isolierten Montagemitteilmitteln gegen die Kühlfläche gespannt sind und die Halbleiterbauelemente dadurch gegen die Kühlfläche pressen.

Wenn der Kühlkörper isoliert sein muß, wird zwischen den Halbleiterbauelementen und der Kühlfläche eine Isolationsfolie eingebaut.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß auf den Leiterplatten der Module weitere Komponenten der jeweiligen Schaltungsanordnung aufgebracht sind, so daß eine weitere Vereinfachung der Parallelschaltung ermöglicht wird. So kann man z. B. bei Gleichrichtermodulen eine RC-Schutz-Beschaltung vorsehen oder bei Halbbrückenmodulen z. B. die Stützkondensatoren des Zwischenkreises, evtl. Entlastungskreise und Teile der Basis- bzw. Gateansteuerung, so daß sich bei der Parallelschaltung mit jedem neu hinzu kommenden Modul möglichst viele der anderen benötigten Komponenten der gewählten Schaltung in gleicher Weise ebenfalls vervielfachen.

Um einen Toleranzausgleich gegen Unebenheiten und gegen eine leichte Verformung der Stromschienen oder Kühlkörper sowie gegen temperaturbedingte Verformungen zu erreichen, kann es vorteilhaft sein, zwischen der Leiterplatte und den Halbleiterbauelementen eine dauerelastische Folie (z. B. aus Silikon) einzubauen. Diese kann bei hohen Anforderungen an die Kriechstrecken zusätzlichen Sicherheitsspielraum geben, wenn die Kupferbahnen der Leiterplatte direkt unter dem Halbleiterbauelement hindurch geführt werden müssen.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, zwischen der Leiterplatte und den Stromschienen elektrisch leitende Kontaktelemente einzubauen, z. B. beidseitig geriffelte Unterlegscheiben, die den Stromübergang verbessern können.

Als Halbleiterbauelemente können Dioden, bipolare Transistoren, MOS-FETs, IGBTs, MCTs, oder andere aktuelle Komponenten der Leistungselektronik verwendet werden.

Die Erfindung wird nun anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 Eine Anordnung nach der Erfindung mit drei parallelen Modulen mit Sicht auf die Leiterplatten,

Fig. 2 Eine Seitenansicht eines einzelnen montierten Halbleiterbauelementes.

In Fig. 1 sieht man einen beispielhaften Aufbau auf

einer Kühlfläche 4, auf welche drei Module 5 montiert sind. Jedes dieser Module 5 ist hier mit vier Halbleiterbauelementen 1 bestückt. Daneben sind noch weitere Komponenten 9 auf der Leiterplatte 2 aufgelötet. Die Halbleiterbauelemente 1 befinden sich auf der Unterseite der Leiterplatte 2 und sind deshalb hier nur gestrichelt dargestellt. Die drei Module 5 sind durch zwei längere Stromschienen 3 miteinander verbunden und parallel geschaltet. Die Kontaktierung der Stromschienen 3 mit den Kupferbahnen der Leiterplatte 2 erfolgt durch den mechanischen Anpressdruck. Durch diesen Druck werden auch die Halbleiterbauelemente 1 zur Kühlung auf die Kühlfläche 4 gepreßt. Der Anpressdruck wird durch Montagemittel 6 (z. B. durch Schrauben) erzeugt, die in regelmäßigen Abständen die Stromschienen 3 gegen die Kühlfläche 4 spannen. Nötigenfalls müssen diese Montagemittel 6 isoliert sein.

In Fig. 2 ist eine beispielhafte Seitenansicht dargestellt. Auf der Kühlfläche 4 befindet sich eine dünne Isolationsfolie 7. Darauf kommt das Halbleiterbauelement 1 mit seiner Wärmeübergangsseite zu liegen. Über diesem befindet sich die dauerelastische Folie 8. Danach kommt die Leiterplatte 2 mit ihren Kupferbahnen. Direkt aufliegend befindet sich die Stromschiene 3, mittels derer der Schichtenaufbau zusammengepreßt wird. Zur besseren Kontaktgabe kann nötigenfalls zwischen Leiterplatte 2 und Stromschiene 3 ein z. B. geriffeltes oder gezahntes Kontaktelement 10 eingebaut werden.

#### Patentansprüche

1. Mechanische Anordnung der Leistungselektronik zur Bildung von elektronischen Leistungsschaltern oder von Gleichrichterschaltungen realisiert durch eine Parallelschaltung mehrerer einzelner Halbleiterbauelemente (1) geringerer Stromtragfähigkeit dadurch gekennzeichnet, daß eine bestimmte Anzahl solcher Halbleiterbauelemente (1) auf einer je eigenen Leiterplatte (2) aufgebracht sind und damit ein Modul (5) bilden und daß mehrere gleichartige dieser Module (5) mittels durchgehender Stromschienen (3) elektrisch miteinander verbunden und parallelgeschaltet sind und daß in einem Modul (5) die Halbleiterbauelemente (1) mit ihrer Kühlungsseite auf einer Kühlfläche (4) und mit ihrer entgegengesetzten Gehäuseseite auf der ersten Seite der Leiterplatte (2) aufliegen und daß die Stromschienen (3) auf der anderen Seite der Leiterplatte (2) angebracht und mit nötigenfalls isolierten Montagemitteln (6) gegen die Kühlfläche (4) gespannt sind, wodurch die Halbleiterbauelemente (1) gegen die Kühlfläche (4) gepreßt werden.

2. Mechanische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Halbleiterbauelementen (1) und der Kühlfläche (4) eine Isolationsfolie (7) eingebaut ist.

3. Mechanische Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Leiterplatten (2) der Module (5) weitere Komponenten (9) der jeweiligen Schaltungsanordnung aufgebracht sind, indem z. B. bei einem Gleichrichtermodul eine RC-Schutz-Beschaltung vorgesehen ist oder bei einem Halbbrückenschaltermodul z. B. die Stützkondensatoren des Zwischenkreises, evtl. Entlastungskreise und Teile der Basis- bzw. Gateansteuerung, so daß sich bei der Parallelschaltung mit jedem neu hinzukommenden Modul (5) die anderen benötigten Komponenten (9) der gewählten Schaltung in

gleicher Weise ebenfalls vervielfachen.

4. Mechanische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Leiterplatte (2) und den Halbleiterbauelementen (1) eine dauerelastische Folie (8) eingebaut ist.

5. Mechanische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Leiterplatte (2) und den Stromschienen (3) elektrisch leitende Kontaktelemente (10) eingebaut sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

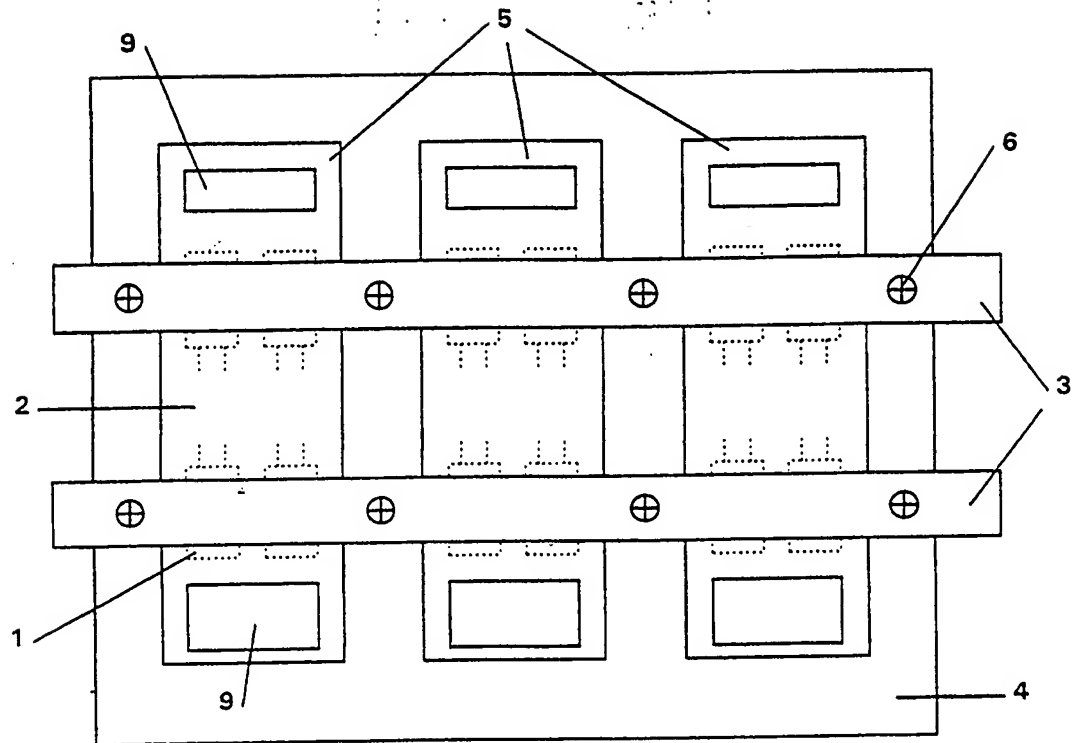


Fig. 1

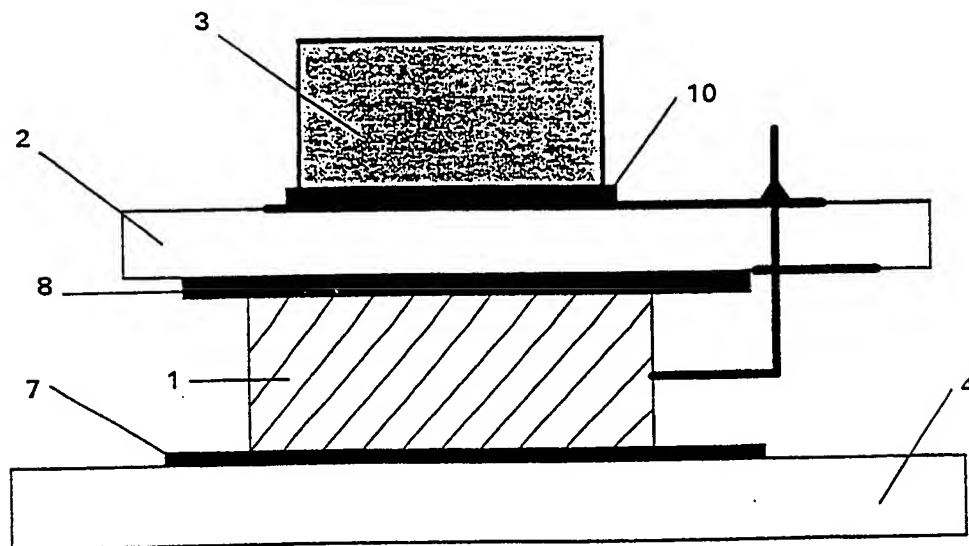


Fig. 2